

ISSN 0853-6732

J U R N A L TEKNIK KOMPUTER

Vol. 15, No. 1, Februari 2007

**Simulasi Kinematika Robot Industri dengan Revolute Joint
dalam Bidang Industri Pengecatan Mobil**

Iman H. Kartowisastro; Andrew Witono; Jenny

Kajian Robot Pembaca Label

Iping Supriana Suwardi; Anang Prihatanto

Perancangan Sistem Pendeteksi dan Tracking Wajah

Robby Saleh; Setiawan; Ifada mardini; Vanny

**Sistem Monitoring Ban Mobil
dengan 68HC908RF2 dan AT89C51SND1C-Rotil**

Sardjono Trihatmo; Mahesayuanda Putra;

Edwin Kurniawan; Rudy

**Pengimplementasian Ultrasonic terhadap Mobile Robot
sebagai Penjejak (Object Follower)**

Wiedjaja; Novendy; Agus Efendi; Yudi Chandra

**Algoritma Perhitungan Koordinat Sumber
pada Brachytherapy Manchester**

Achmad Suntoro

**Perancangan Sistem Desiminasi
Konverter Tegangan Termis (KTT)
Berdasarkan Analisis Beda Tegangan AC - DC**

Hadi Sardjono

**Aplikasi RF sebagai Jalur Komunikasi Tombol Darurat
pada Perumahan**

S. Liawatimena; Bayu; Panji; Afdal Baari

Terakreditasi No.: 23a/DIKTI/Kep/2004



J. Teknik Komputer	Vol. 15	No. 1	Hlm. 1-142	Jakarta Februari 2007	ISSN 0853-6732
-----------------------	---------	-------	------------	--------------------------	-------------------

JURNAL TEKNIK KOMPUTER

Volume 15 Nomor 1, Februari 2007

Jurnal Ilmiah
Bidang Ilmu Komputer
Universitas Bina Nusantara

Pelindung:

Prof. Dr. Gerardus Polla, M.App.Sc.

Ketua Penyunting:

Robby Saleh, S.Kom, M.T.

Penyunting Pelaksana:

Wiedjaja, S.Kom.

Ir. Lukas Tanutama, M.M.

Jurike V. Moniaga, S.Kom.

Endra, S.Kom, M.T.

Jimmy Linggarjati, S.Kom, M.Sc.

Mitra Bestari:

Prof. Dr. Ir. R. J. Widodo, M.Sc.

(Jurusan Teknik Elektro ITB)

Sardjono Trihatmo, Dipl. Ing.

(P3TIE, BPP Teknologi)

Dr. S. Liawatimena (UBiNus)

Iman H. Kartowisastro, Ph.D.

(UBiNus)

Dr. Rinda Hedwig (UBiNus)

Penyunting Bahasa:

Dra. Endang Ernawati, M.Lib.

Titik Rahayu S., S.S.

Sekretariat:

Hery H.M., S.Kom.

Holil

Angga Ferdiansyah

Alamat Redaksi:

Subcenter Publikasi Ilmiah

Bidang Ilmu Komputer

Center for Research and

Community Service

Universitas Bina Nusantara

Jl. Kemanggisian Ilir III No. 45,

Kemanggisian/Palmerah

Jakarta 11480

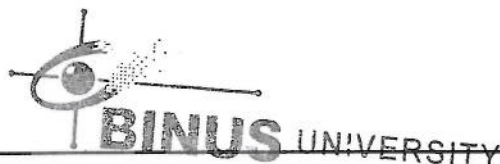
Telp. (021) 5327630

ext. 6129, Fax. (021) 5300244

ISSN 0853-6732

DAFTAR ISI

Iman H. Kartowisastro; Andrew Witono; Jenny <i>Simulasi Kinematika Robot Industri dengan Revolute Joint dalam Bidang Industri Pengecatan Mobil.....</i>	1-17
Iping Supriana Suwardi; Anang Prihatanto <i>Kajian Robot Pembaca Label.....</i>	18-36
Robby Saleh; Setiawan; Ifada mardini; Vanny <i>Perancangan Sistem Pendeteksi dan Tracking Wajah</i>	37-52
Sardjono Trihatmo; Mahesayuanda Putra; Edwin Kurniawan; Rudy <i>Sistem Monitoring Ban Mobil dengan 68HC908RF2 dan AT89C51SND1C-Rotil.....</i>	53-74
Wiedjaja; Novendy; Agus Efendi; Yudi Chandra <i>Pengimplementasian Ultrasonic terhadap Mobile Robot sebagai Penjejak (Object Follower).....</i>	75-93
Achmad Suntoro <i>Algoritma Perhitungan Koordinat Sumber pada Brachytherapy Manchester.....</i>	94-109
Hadi Sardjono <i>Perancangan Sistem Desiminasi Konverter Tegangan Termis (KTT) Berdasarkan Analisis Beda Tegangan AC - DC</i>	110-127
S. Liawatimena; Bayu; Panji; Afdal Baari <i>Aplikasi RF sebagai Jalur Komunikasi Tombol Darurat pada Perumahan.....</i>	128-142



PENGIMPLEMENTASIAN ULTRASONIC TERHADAP MOBILE ROBOT SEBAGAI PENJEJAK (*OBJECT FOLLOWER*)

Wiedjaja¹; Novendy²; Agus Efendi³; Yudi Chandra⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Bina Nusantara
¹steff@binus.ac.id, ²nov3ndy@yahoo.com, ³chriscornellius@plasa.com

ABSTRACT

Article presents a research which implement ultrasonic help device on mobile robot. The implementation added a ultrasonic navigation senses on the mobile robot which functioned as hearing senses that was able to know where the caller come from. The research result indicates that a mobile robot was able to continuously track and follow the transmitter existence. It can be concluded that the mobile robot can follow the object 360° (using four ultrasonic receiver sensor) with optimum distance on the transimtter is 0 until 1.5m, need 0.7025 second to turn 77°, 1.5375 second to turn 167°, and 3.786 second to track straight 1m with average speed 0.26m/s.

Keywords: object follower, ultrasonic, mobile robot, navigation

ABSTRAK

Artikel menjelaskan penelitian yang bertujuan mengimplementasikan alat bantu ultrasonic terhadap mobile robot sehingga mampu menambah alat indera navigasi ultrasonic. Alat bantu berfungsi sebagai indera pendengaran yang dapat mengetahui darimana arah pemanggil. Hasil yang dicapai dalam penelitian ini adalah mobile robot yang memiliki kemampuan melakukan penjejakan dan mengikuti keberadaan pemancar secara terus menerus. Disimpulkan mobile robot dapat melakukan penjejakan sebesar 360° (menggunakan empat buah sensor ultrasonic receiver) dengan jarak optimum terhadap transmitter adalah 0 sampai 1.5m, memerlukan waktu sebesar 0.7025 detik untuk berbelok sebesar 77°, waktu sebesar 1.5375 detik untuk berbelok sebesar 167°, dan waktu sebesar 3.786 detik untuk track lurus sepanjang 1m dengan kecepatan rata-rata sebesar 0.26m/s.

Kata kunci: penjejak, ultrasonik, mobile robot, navigasi

PENDAHULUAN

Umumnya suatu robot dirancang agar dapat menyelesaikan tugas untuk satu kali eksekusi atau lebih yang memiliki ketepatan dan akurasi yang sempurna sehingga dapat mencapai kualitas yang bermutu. Semua itu tergantung dari *controller* yang terdapat di dalam robot tersebut. Oleh sebab itu, robot dibedakan menjadi dua kategori, yaitu *autonomous robot* dan *insect robot*. *Autonomous robot* merupakan robot yang dapat berdiri sendiri karena robot tersebut sudah mempunyai sistem sendiri lengkap dengan *controller*-nya. *Insect robot* dikendalikan oleh pengontrol (kemungkinan itu *user*) dan kemampuan alatnya tergantung batas maksimal yang dimilikinya (<http://whatis.techtarget.com/robot.htm>).

Dalam pengembangannya, robot diharapkan agar dapat berinteraksi dengan manusia sehingga ke depannya suatu robot dapat memberikan bantuan yang maksimal kepada manusia. Robot secara bertahap dikembangkan agar dapat memiliki kemampuan yang hampir sama dengan manusia, salah satunya sistem penginderaan. Pada sistem penginderaan ini, suatu robot diharapkan dapat menggerakkan kepalanya dan menoleh arah pengguna yang memanggilnya. Dengan demikian, robot tersebut dapat mengetahui dari arah mana pengguna yang memanggilnya.

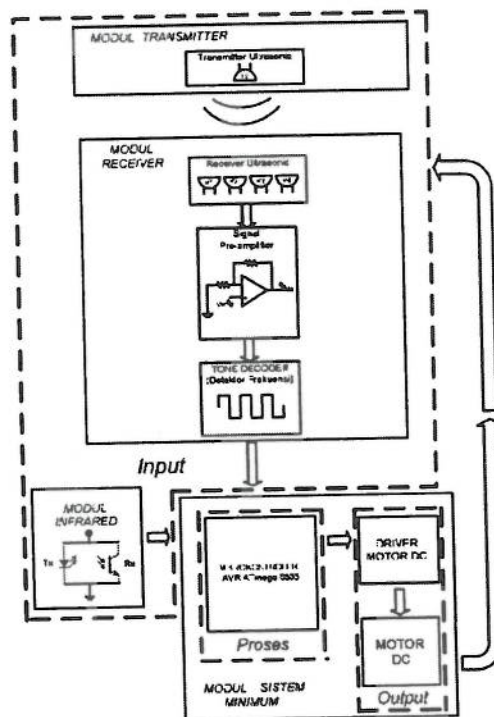
Hal tersebut menjelaskan bahwa untuk meniru sistem pendengaran yang mirip dimiliki oleh manusia maka diperlukan sensor dan *actuator* untuk menggambarkan realisasi sistem pendengaran sebagai alat bantu. Alat bantu itu berupa sensor *ultrasonic* sebagai pendengaran yang diterapkan pada *mobile robot* sehingga robot dapat selalu mencari sumber pemanggil berada. Kelebihan sensor *ultrasonic* ini, memiliki frekuensi yang melebihi 20 KHz di atas pendengaran rata-rata manusia sehingga alat ini tidak akan terganggu oleh suara manusia. Gelombang *ultrasonic* termasuk gelombang bunyi yang sesuai untuk digunakan sebagai media pendengaran bagi *mobile robot*. *Actuator*-nya dapat berupa *mobile robot* menggunakan dua buah roda yang dikendalikan oleh masing-masing motor DC. Kelebihan motor DC itu memiliki daya tahan yang lebih kuat daripada tipe motor yang lainnya.

Di lingkungan Universitas Bina Nusantara sendiri telah dikembangkan penelitian alat bantu untuk reorientasi *mobile robot* menggunakan sensor *ultrasonic* dan berdasarkan hasil uji coba, alat bantu ultrasonik dapat mengetahui orientasinya pada jarak optimum 0 s.d. 300 cm di dalam ruangan 5 x 5 m² dan kecepatan motor stepper dalam satu revolusi adalah 0,376 rev/s (Ashfahani, Chairul, and Yusdi, 2004). *Mobile robot* yang memiliki karakteristik utama menggunakan motor DC, mikrokontroler AVR serta dua buah *driver motor* berbasis L298. Berdasarkan hasil uji coba, apabila menggunakan sistem *differential drive*, yaitu suatu cara untuk menggerakkan karena memiliki karakteristik kedua roda yang berbeda disebabkan kondisi awal kedua motor berjalan dengan *duty cycle* yang berbeda (Cecilya, Rudi, and Alvin, 2005).

Implementasi dari sistem di atas akan menghasilkan *mobile robot* yang memiliki kemampuan penjajakan untuk mengetahui darimana arah pemanggil yang memangginya. Saat robot mengetahui darimana arah yang memangginya, *mobile robot* akan datang menghampirinya. Jika ada perubahan arah dari pemangginya, *mobile robot* akan merespons dengan mengikuti keberadaan pemanggil terus menerus. Implementasi dari sistem ini akan dibatasi pada beberapa kriteria sebagai berikut: Menggunakan mekanik dan motor dari robot KRCI 2004; *Mobile robot* berjalan di daerah yang datar dan tanpa ada penghalang; Tidak ada penghalang sinyal diantara robot yang membawa *transmitter* dengan robot yang membawa *receiver*; *Receiver* harus di dalam jarak pandang area *transmitter*; Modul *transmitter* akan diletakkan pada robot *remote control*. Adapun robot *remote control* yang digunakan, di luar dari ruang lingkup penelitian ini.

Tujuan penelitian adalah mengembangkan hasil penelitian yang ada di Jurusan Sistem Komputer dan untuk menerapkan *ultrasonic* sebagai alat bantu navigasi pada *mobile robot*. Hasil manfaat yang akan diperoleh dari penelitian ini adalah menambah alat indera navigasi *ultrasonic* pada *mobile robot* yang sudah ada; Berfungsi sebagai indera pendengaran yang dapat mengetahui darimana arah pemanggil; *Mobile robot* yang memiliki kemampuan dalam melakukan penjajakan dan mengikuti pergerakan *object* yang memiliki *transmitter* sebagai pemancar.

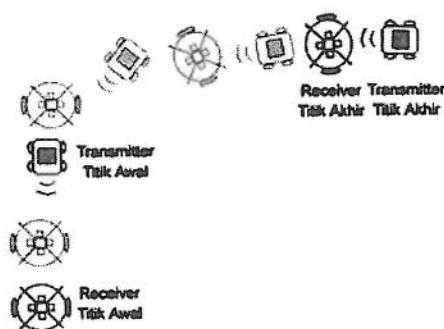
PEMBAHASAN



Gambar 1 Blok Diagram Sistem

Pada saat modul transmitter dinyalakan, gelombang *ultrasonic* akan dikirim dari transmitter *ultrasonic* dan diterima oleh *receiver ultrasonic*. Gelombang *ultrasonic* yang diterima *receiver ultrasonic* memiliki karakteristik sinyal AC. Tegangan AC yang diterima *receiver ultrasonic* akan dikuatkan sinyalnya oleh rangkaian penguat op-amp. *Tone decoder* akan menyeleksi frekuensi mana yang sebesar 40 KHz yang dipancarkan dari modul transmitter. Keluaran dari tone decoder akan dijadikan data yang masuk ke AVR ATmega 8535.

Modul sistem minimum merupakan mikrokontroler utama yang menggunakan AVR ATmega8535 dengan *driver motor* DC yang menggunakan dua buah L298 menjadi satu kesatuan. Modul itu memiliki peranan penting untuk mengatur reorientasi pergerakan dari motor DC. Pertama-tama mikrokontroler akan membaca keluaran dari *tone decoder* setelah mendapatkan sensor mana yang mendapatkan aktif low menandakan *receiver ultrasonic* tersebut yang sedang ditunjuk oleh modul transmitter. Mikrokontroler akan memberi perintah berupa sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*) kepada driver motor DC untuk menggerakkan *mobile robot* ke arah sensor yang berada di depan *mobile robot* yang merupakan pusat depan dari *mobile robot*. Apabila sensor depan yang aktif maka *mobile robot* akan maju, apabila berada di samping kanan *mobile robot* akan berbelok ke arah kanan. Begitu juga apabila berada di kiri maka *mobile robot* akan berbelok ke arah kiri sedangkan apabila sensor belakang yang aktif maka *mobile robot* akan berputar ke pusat depannya. Sambil *mobile robot* berjalan, sensor *ultrasonic* tetap melakukan *scanning* terhadap *receiver* untuk menentukan arah posisi yang berikutnya apabila terjadi perubahan. Sensor infrared akan menjadi aktif low ketika *mobile robot* sudah mendekati robot yang membawa transmitter itu berhenti maka *mobile robot* juga akan berhenti dibelakang robot transmitter. Cara kerja sistem dapat dilihat pada ilustrasi Gambar 2.



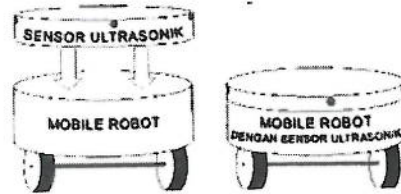
Gambar 2 Ilustrasi Cara Kerja Sistem

Pada keadaan awal, *mobile robot* yang sudah ada alat bantu *ultrasonic* (*receiver* titik awal) mendeteksi adanya sinyal dari modul *transmitter* (*transmitter* titik awal) pada bagian depan *mobile robot*. *Mobile robot* melakukan pengejaran terhadap robot yang membawa *transmitter* tersebut. Setelah itu, robot *transmitter* berbelok ke kanan, pada *mobile robot* mendeteksi pada *receiver* yang berada di sebelah kanan bahwa sinyal *transmitter* sudah pindah ke kanan. Mikrokontroler utama memberi perintah untuk berbelok ke kanan maka *mobile robot* berbelok ke kanan. Sesudahnya, *mobile robot* mendeteksi bahwa robot *transmitter* sudah ada di depannya, *mobile robot* mengejarnya sampai robot *transmitter* berhenti (*transmitter* titik akhir). Dengan demikian, *mobile robot* juga akan berhenti (*receiver* titik akhir). Gambaran sistem di atas tidak sebatas itu saja, robot dapat mengikuti kemana saja selama *receiver* masih dalam jarak pandang *transmitter*.

asonic akan dikirim
Gelombang ultrasonic
C. Tegangan AC yang
aian penguat op-amp.
Hz yang dipancarkan
n data yang masuk ke

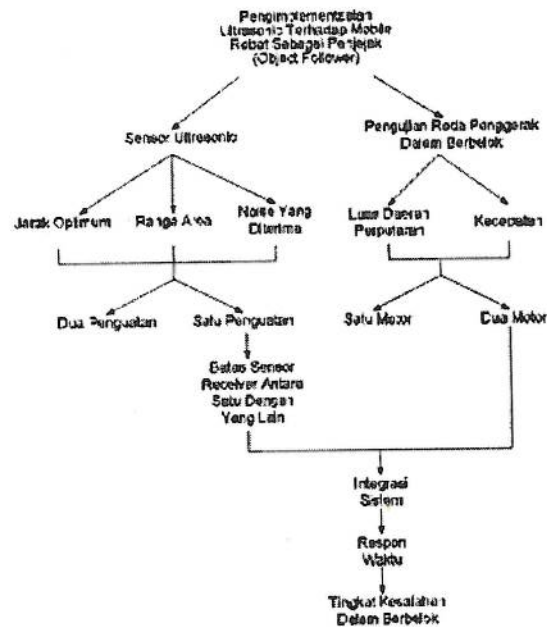
Implementasi Sistem

Pengimplementasian *ultrasonic* sebagai suatu fitur alat bantu dalam *mobile robot*. Robot dapat mengetahui arah dari pemanggil dan memiliki kemampuan untuk melakukan penjejakan mencari posisi sumber tersebut serta bergerak ke arahnya. Gambar fisik dari hasil implementasi.



Gambar 3 Implementasi Sistem yang Dilakukan

Untuk dapat menghasilkan implementasi sistem tersebut, dilakukan dengan mengadakan evaluasi sistem, diantaranya pengujian sensor *ultrasonic* dan pengujian kemampuan pada *mobile robot* serta hasil integrasi sistem yang didapat. Dapat dilihat pada bagan percobaan penelitian ini dalam Gambar 4.

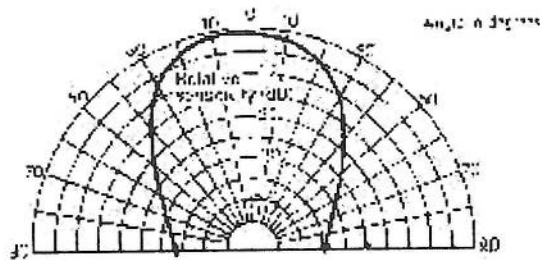


Gambar 4 Bagan Percobaan Penelitian

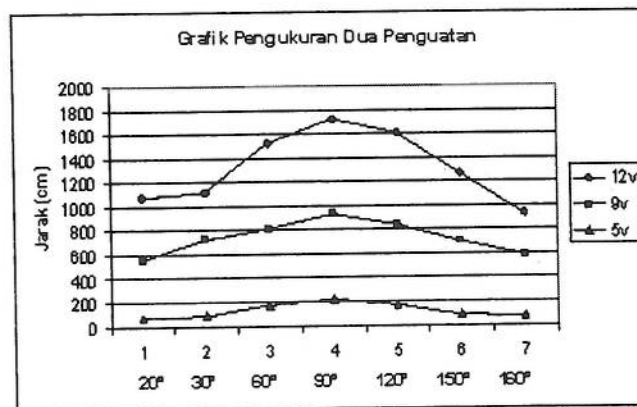
Evaluasi Sistem

Pengujian Sensor Ultrasonic

Pengujian ini melakukan analisis untuk dapat mengetahui sejauh mana kemampuan yang dimiliki oleh sensor *ultrasonic* dan mencari yang menyerupai bentuk pola radiasi *ultrasonic transducer* yang terlihat pada Gambar 5. Dengan melakukan perbandingan antara menggunakan dua penguatan dan satu penguatan pada *receiver* serta membandingkan tiga tegangan pada transmitter, yaitu 5v, 9v, dan 12v.

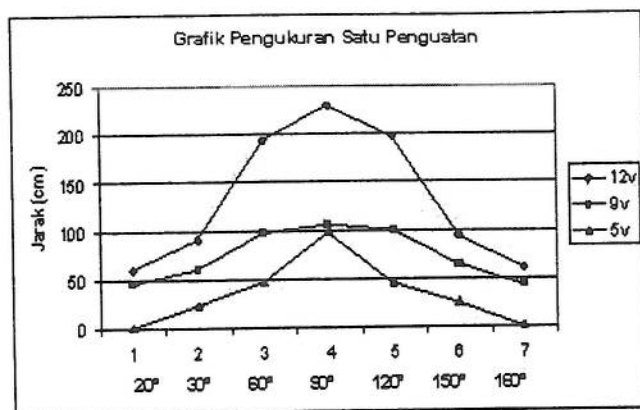


Gambar 5 Bentuk Pola Radiasi *Ultrasonic Transducer*



Gambar 6 Grafik Pengukuran Dua Penguatan

Dari hasil pengujian yang didapat, menggunakan tegangan 5v adalah yang paling lebih baik karena hampir membentuk menyerupai pola radiasi *ultrasonic transducer* (referensi Gambar 5) sedangkan pada 9v dan 12v data yang didapat kurang begitu bagus.

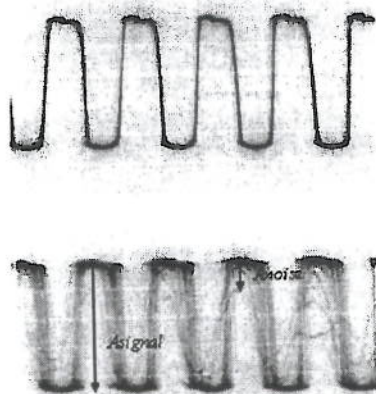


Gambar 7 Grafik Pengukuran Satu Penguatan

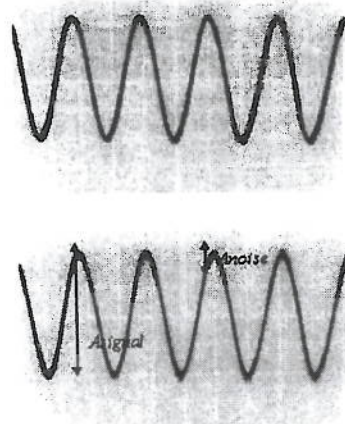
Dari hasil pengujian yang didapat, dengan tegangan 12v adalah yang paling lebih baik karena hampir membentuk menyerupai pola radiasi *ultrasonic transducer* (referensi Gambar 5) sedangkan pada 5v dan 9v data yang didapat kurang begitu bagus.

Pengujian Noise yang Diterima pada *Receiver*

Dua Penguatan



Satu Penguatan



Gambar 8 Pengujian *Noise* pada Dua Penguatan dan Satu Penguatan

Nilai SNR (*Signal To Noise Ratio*) yang didapat pada masing-masing penguatan :

Dua Penguatan

$$\begin{aligned} SNR(db) &= 20 \log_{10} \left(\frac{Asignal}{Anoise} \right) \\ &= 20 \log_{10} \left(\frac{0.92}{0.24} \right) \\ &= 20 \log_{10} (3.834) \\ &= 76.68 db \end{aligned}$$

Satu Penguatan

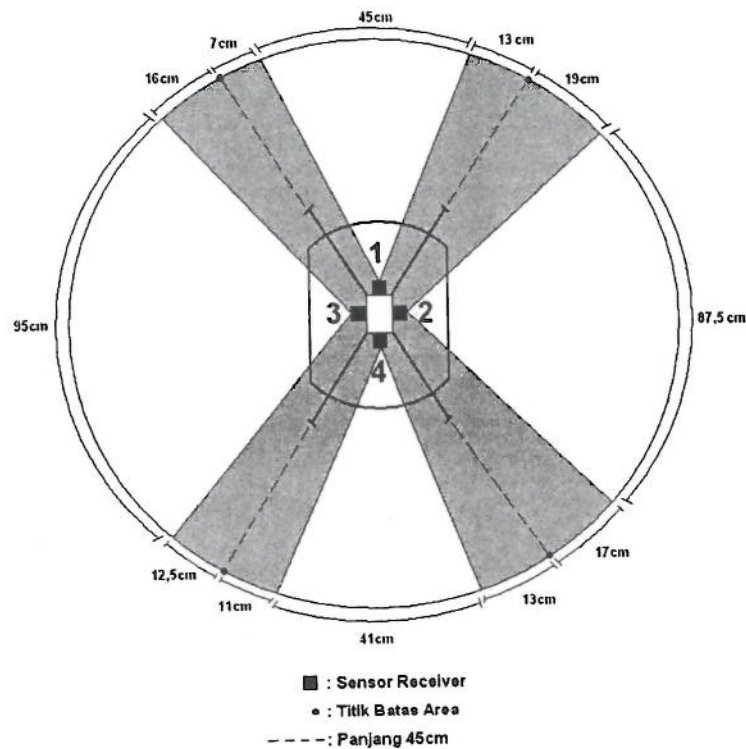
$$\begin{aligned} SNR(db) &= 20 \log_{10} \left(\frac{Asignal}{Anoise} \right) \\ &= 20 \log_{10} \left(\frac{0.44}{0.06} \right) \\ &= 20 \log_{10} (7.334) \\ &= 146.68 db \end{aligned}$$

Hasil Pengujian Sensor Ultrasonic

Pertama, sensor *ultrasonic receiver* dapat mencakup area dari 20° sampai 160°. Total derajat keseluruhan yang didapat adalah 140°. Kecuali pada 5v dengan satu penguatan, daerah yang dapat diterima hanya dari 30° sampai 150° karena pada 20° dan 160° daerah tersebut tidak dapat mendapatkan sinyal dari pemancar. Total yang didapat adalah 120°. Kedua, pada 5v dengan dua penguatan dan 12v dengan satu penguatan memiliki hasil yang optimum karena memiliki jarak yang tidak terlalu jauh berbeda serta memiliki karakteristik yang sesuai dengan pola radiasi *ultrasonic transducer*. Ketiga, sinyal yang diterima pada satu penguatan lebih baik daripada dua penguatan karena pada dua penguatan sinyal yang diterima terjadi perpotongan sedangkan pada satu penguatan tidak terjadi perpotongan. Keempat, sinyal *noise* yang diterima pada dua penguatan lebih besar dan tidak beraturan. Pada satu penguatan sinyal *noise* yang diterima lebih kecil dan hampir tidak terlihat perbedaannya dengan sinyal yang diterima. Kelima, tegangan dari *supply* dapat mempengaruhi jarak yang diterima antara transmitter dan receiver. Keenam, berdasarkan analisis yang ada maka yang digunakan untuk sensor *ultrasonic* adalah 12v dengan satu penguatan.

Pengujian Batas Sensor Receiver Antara Satu dengan yang Lain

Pengujian itu bertujuan untuk mengetahui batas sensor antara satu dengan yang lainnya sehingga dapat diketahui kapan sensor mendapatkan logika yang sama dan dapat mempermudah untuk pemrograman algoritmanya. Pengujian menggunakan media berupa sebuah meja dengan diameter 120 cm dan keliling lingkaran sebesar 377 cm. Di tengah meja, modul receiver diletakkan sehingga dapat diketahui lebar dari jangkauan dari receiver *ultrasonic* tersebut. Berikut gambar batas sensor berdasarkan data yang didapat.



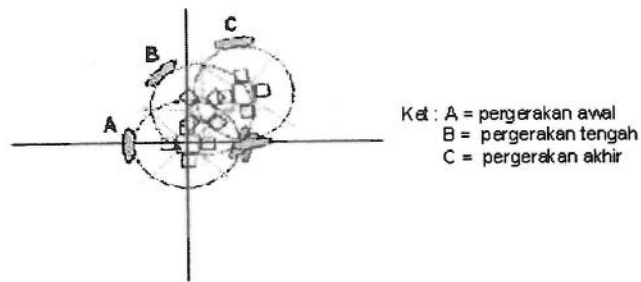
Gambar 9 Gambar Batas Area Receiver

Dari Gambar 9 dapat dilihat bahwa jangkauan sensor ada yang saling bertemu (daerah yang berwarna abu-abu) berarti di daerah tersebut ada dua sensor yang saling dapat menerima *ultrasonic* dari transmitter. Membuktikan bahwa *ultrasonic* mempunyai sifat yang dapat dipantulkan, dibiaskan, berinterferensi, dan didifraksikan serta mampu merambat melalui media zat gas, zat cair, dan zat padat. Hal itu karena pantulan gelombang *ultrasonic* yang terkena benda pada meja sebagai media untuk pengujian ini dapat menghasilkan gema dan terkena sensor yang lain.

Pengujian Roda Penggerak dalam Berbelok

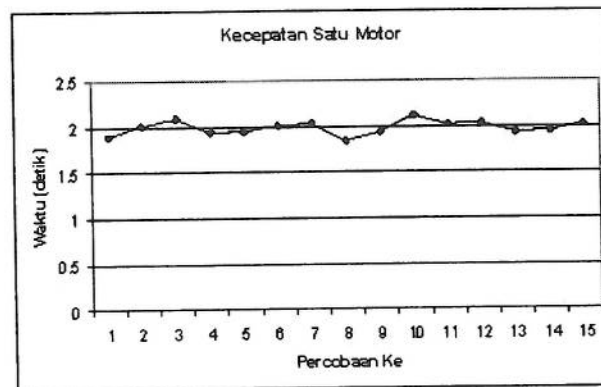
Differential drive system merupakan suatu cara untuk menggerakkan robot yang terdiri dari dua buah roda yang dikontrol oleh motor yang berbeda sehingga sistem kemudi yang independen pada masing-masing motor, memungkinkan robot untuk bergerak pada posisi yang cukup sulit. Dengan demikian, ada dua cara dalam menggerakkan robot dalam berbelok, yaitu Satu Motor = maksudnya satu motor bergerak maju dan satu motor lagi diam sebagai sumbu porosnya; Dua Motor = maksudnya kedua motor sama-sama bergerak yang satu bergerak maju dan yang lainnya bergerak mundur.

Pengujian Menggunakan Satu Motor



Gambar 10 Ilustrasi Pergerakan dengan Satu Motor

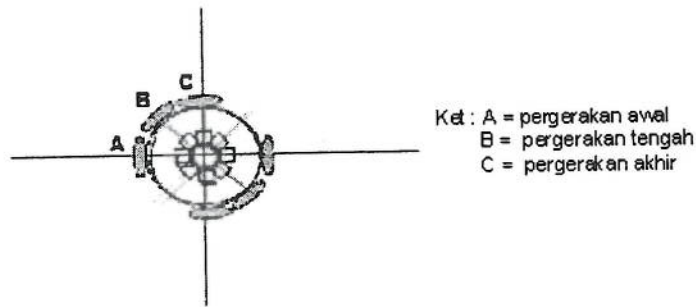
Seperti yang diilustrasikan pada Gambar 10, pemakaian satu motor untuk berbelok ke kanan maka poros putar *mobile robot* akan bertumpu pada roda di sebelah kanan yang motornya tidak bergerak. Dan yang bergerak maju hanya motor yang sebelah kiri. Kelemahan menggunakan satu motor ini adalah pergerakan dalam berbelok membutuhkan *space* yang lebih besar, yaitu dua kali dari diameter *mobile robot*. Selain itu, dengan satu motor, pergerakan *mobile robot* menjadi lebih lambat karena hanya satu motor yang bergerak dan motor yang satu lagi bertumpu sebagai poros berputar. Hal itu dapat dibuktikan dari data yang diperoleh sebagai berikut.



Gambar 11 Grafik Kurva Kecepatan Satu Motor

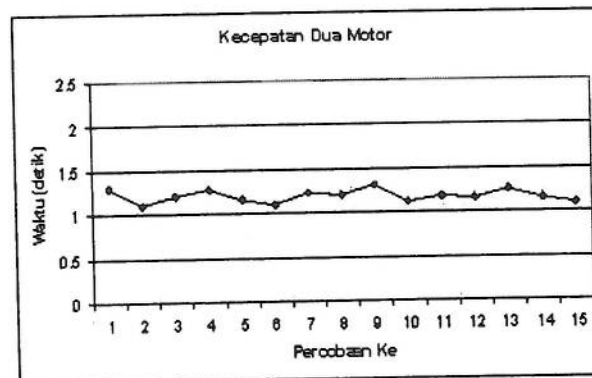
Gambar 11 grafik tersebut merupakan data kecepatan yang didapat dalam berbelok sebesar 90° menggunakan satu motor, rata-rata waktu yang didapat adalah 1.99 detik.

Pengujian Menggunakan Dua Motor



Gambar 12 Ilustrasi Pergerakan dengan Dua Motor

Seperti yang diilustrasikan pada Gambar 12, pemakaian dua motor untuk berbelok ke kanan. Tidak ada tumpuan pada poros roda sebelah kanan atau roda di sebelah kiri, poros putarnya akan bertumpu pada badan *mobile robot* itu sendiri. Dengan memakai dua motor itu, pergerakan dalam berbelok hanya membutuhkan *space* yang sama dengan diameter *mobile robot* itu sendiri. Selain itu dengan dua motor, pergerakan *mobile robot* menjadi lebih cepat karena kedua-duanya sama bergerak. Hal itu dapat dibuktikan dari data yang didapat sebagai berikut.



Gambar 13 Grafik Kurva Kecepatan Dua Motor

Gambar 13 merupakan data kecepatan yang didapat dalam berbelok sebesar 90° menggunakan dua motor, rata-rata waktu yang didapat adalah 1.188 detik.

Hasil Pengujian Roda Penggerak dalam Berbelok

Pertama, pada satu motor, poros putar *mobile robot* bertumpu pada salah satu roda sehingga memerlukan ruang putar yang lebih, yaitu dua kali dari diameter *mobile robot*. Kedua, pada dua motor, ruang yang diperlukan dalam melakukan perputaran hampir sama dengan diameter *mobile robot* itu sendiri karena poros putarnya bertumpu pada badan *mobile robot* itu sendiri. Kedua, berikut simpulan data yang diperoleh: Satu Motor : 1.99 detik dan Dua Motor : 1.188 detik. Ketiga, berdasarkan analisis terbukti bahwa menggunakan dua motor, pergerakan lebih cepat dan lebih baik daripada satu motor.

Integrasi Sistem

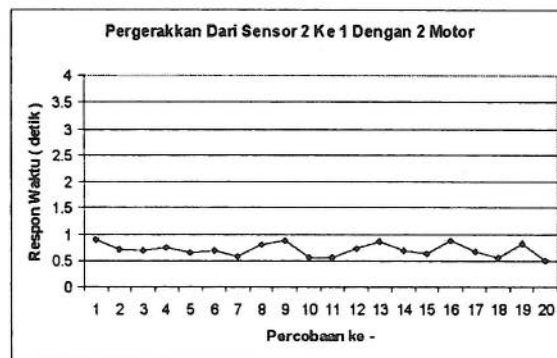
Setelah masing-masing pengujian dari sensor *ultrasonic* dan pengujian roda penggerak dalam berbelok, diketahui hasil optimum yang didapat, yaitu sensor *ultrasonic* dengan satu penguatan pada 12v dan *mobile robot* yang berbelok menggunakan dua motor. Selanjutnya dilakukan integrasi sistem. Modul *receiver* akan diletakkan pada *mobile robot*, sebagai indera pendengaran yang dapat mengetahui darimana arah pemanggil. Dengan demikian, dapat diketahui respons waktu yang diperlukan dalam merespon perubahan pergerakan *receiver* terhadap transmitter.

Pengujian Respons Waktu

Percobaan yang dilakukan dengan mengambil pergerakan belok sebesar 90° dan 180° serta untuk track lurus sejauh 1m. Ada dua cara untuk berbelok sebesar 90° , yaitu berbelok ke arah kanan dan kiri, begitu pula untuk 180° , yaitu berputar lewat kanan dan kiri. Berikut data yang didapat.

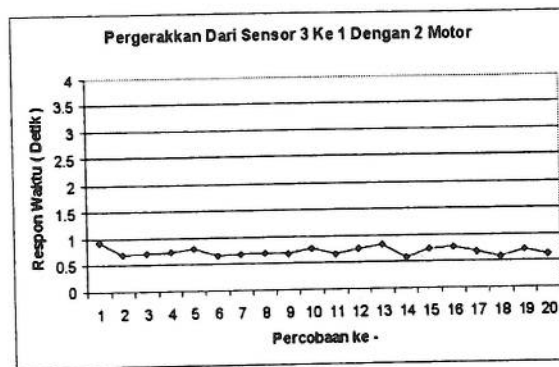
Respons Waktu untuk 90°

Pergerakan dari Sensor 2 ke 1 dengan 2 Motor



Gambar 14 Kurva Pengukuran dari Sensor 2 ke 1 dengan Dua Motor

Gambar 14 adalah grafik untuk pergerakan sebesar 90° dari sensor 2 ke 1 dengan dua motor. Rata-rata yang didapat adalah 0.7005 detik.

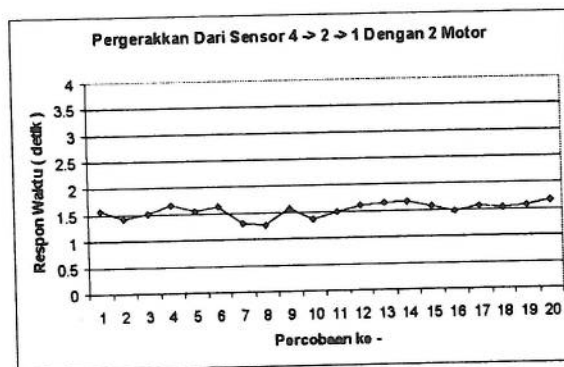


Gambar 15 Kurva Pengukuran dari Sensor 3 ke 1 dengan Dua Motor

Gambar 15 adalah grafik untuk pergerakan sebesar 90° dari sensor 3 ke 1 dengan dua motor. Rata-rata yang didapat adalah 0.7045 detik.

$$\text{Hasil rata-rata yang didapat dari kedua grafik diatas} = \frac{0.7005 + 0.7045}{2} = 0.7025 \text{ detik}$$

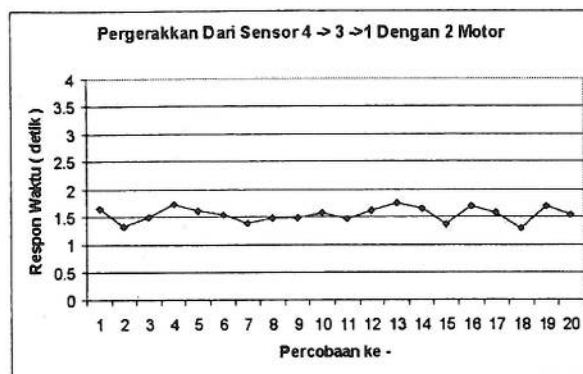
Respon Waktu Untuk 180°



Gambar 16 Kurva Pengukuran Dari Sensor 4 Ke 2 Ke 1 Dengan Dua Motor

Gambar 16 grafik diatas adalah grafik untuk pergerakan sebesar 180° dari sensor 4 ke 2 ke 1 dengan dua motor. Rata-rata yang didapat adalah 1.5365 detik.

ari sensor 2 ke 1



Gambar 17 Kurva Pengukuran Dari Sensor 4 Ke 3 Ke 1 Dengan Dua Motor

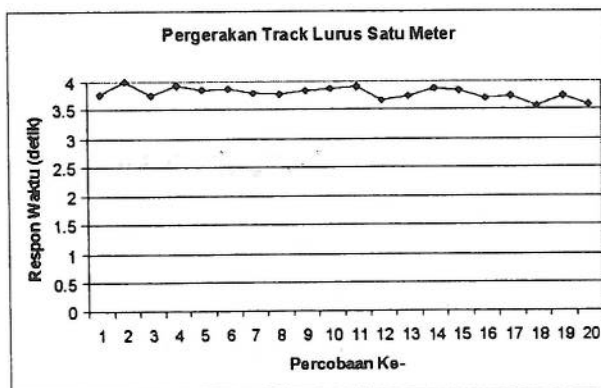
Motor

Gambar 17 grafik diatas adalah grafik untuk pergerakan sebesar 1800 dari sensor 4 ke 3 ke 1 dengan dua motor. Rata-rata yang didapat adalah 1.5385 detik.

dari sensor 3 ke 1

$$\text{Hasil rata-rata yang didapat dari kedua grafik diatas} = \frac{1.5365 + 1.5385}{2} = 1.5375 \text{ detik}$$

$$\frac{5}{7} = 0.7025 \text{ detik}$$



Gambar 18 Kurva Pengukuran Untuk Track Lurus 1m

Dua Motor

Gambar 18 merupakan respons waktu *mobile robot* untuk *track* lurus sepanjang 1m, dengan rata-rata waktu yang didapat adalah 3,786 detik.

1 sebesar 1800 dari 1.5365 detik.

$$\text{Dengan kecepatan rata-rata robot adalah } v = \frac{S}{t} = \frac{1m}{3.786s} = 0.26m/s$$

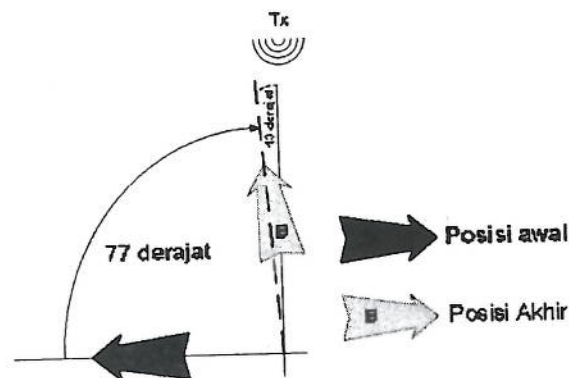
Hasil Pengujian Respons Waktu

Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa respons waktu yang diperlukan adalah sebagai berikut: Untuk berbelok sebesar 90° memerlukan waktu sebesar 0.7025 detik; Untuk berbelok sebesar 180° memerlukan waktu sebesar 1.5375 detik; Untuk track lurus sepanjang 1m memerlukan waktu sebesar 3.786 detik. Dengan kecepatan rata-rata robot adalah 0.26m/s. Selain itu, tegangan supply untuk *mobile robot* dapat mempengaruhi kecepatan dan respons waktu *mobile robot* itu sendiri. Pada percobaan untuk berbelok sebesar 90° : Tidak menggunakan sensor = 1.188 detik (gambar 13), tepat di 90° ; Dengan sensor = 0.7025 detik (Gambar 14 dan 15) karena robot sudah maju ke depan tepat di titik 77° . Dapat dilihat pada pengujian tingkat kesalahan dalam berbelok.

Pengujian Tingkat Kesalahan dalam Berbelok

Pengujian dilakukan untuk membuktikan bahwa ketika robot berbelok atau berputar tidak berhenti tegak lurus terhadap transmitter. Pengujian dilakukan dari sudut 90° dan 180° . Berikut percobaan yang dilakukan.

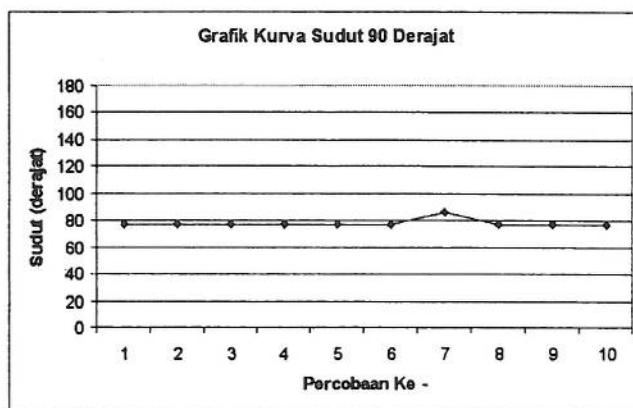
Sudut 90°



Gambar 19 Ilustrasi Pergerakan Berbelok 90°

Diketahui bahwa sebelum tepat 90° robot sudah maju terlebih dahulu. Robot maju tepat di sekitar 77° , terbukti dari data yang didapat pada gambar grafik di bawah ini. Dari sepuluh kali percobaan yang dilakukan sembilan kali tepat di 77° dan satu lagi di 86° .

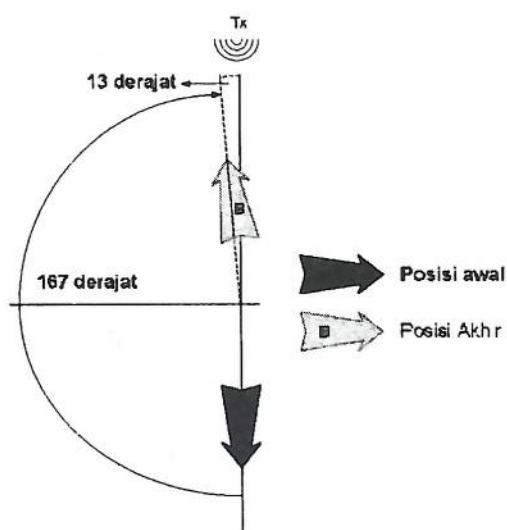
yang diperlukan adalah
 esar 0.7025 detik; Untuk
 uk track lurus sepanjang
 rata-rata robot adalah
 mempengaruhi kecepatan
 k berbelok sebesar 90° ;
 Dengan sensor = 0.7025
 li titik 77° . Dapat dilihat



Gambar 20 Grafik Kurva Sudut 90°

a robot berbelok atau
 an dilakukan dari sudut

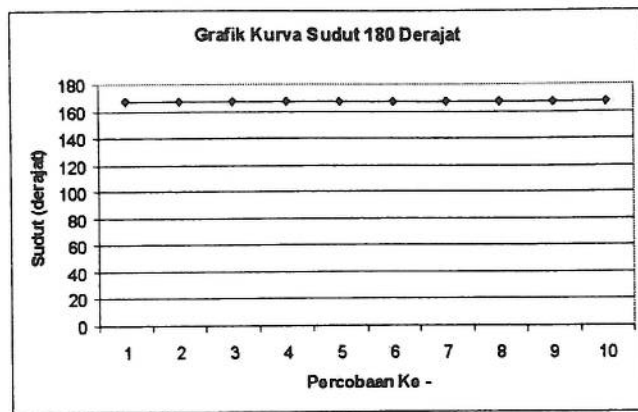
Sudut 180°



Gambar 21 Ilustrasi Pergerakan Berbelok 180°

ebih dahulu. Robot maju
 grafik di bawah ini. Dari
 dan satu lagi di 86° .

Diketahui bahwa sebelum tepat 180° robot sudah maju terlebih dahulu. Robot maju tepat di sekitar 167° , terbukti dari data yang didapat pada gambar grafik di bawah ini. Dari sepuluh kali percobaan yang dilakukan semuanya tepat di 167° .



Gambar 22 Grafik Kurva Sudut 180⁰

PENUTUP

Berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pertama, pada pengujian modul sensor *ultrasoni*: S/N dengan satu penguatan (146,68 dB) lebih baik dari dua penguatan (76,68 dB); Area yang didapat adalah sebesar 140⁰ untuk satu *receiver*; Untuk transmitter tegangan supply pada satu penguatan yang terbaik adalah 12V; Jarak optimum terhadap transmitter adalah 0 sampai 1.5m.

Kedua, pada pengujian roda penggerak dalam berbelok dengan menggunakan dua motor, pergerakan lebih cepat dan lebih baik daripada satu motor. Hal itu karena dengan satu motor memerlukan waktu yang lebih lama dan ruang putar lebih besar. Ketiga, pada pengujian respons waktu dan pengujian tingkat kesalahan dalam berbelok, diketahui bahwa sebelum tepat berbelok 90⁰ robot sudah maju terlebih dahulu di 77⁰, dengan waktu rata-rata 0.7025 detik. Keempat, tegangan supply untuk sensor *ultrasonic* dapat mempengaruhi jarak yang diterima antara transmitter dan *receiver*. Kelima, tegangan *supply* untuk *mobile robot* dapat mempengaruhi kecepatan dan respons waktu *mobile robot* itu sendiri. Kelima, robot akan berhenti jika dalam keadaan *error state* (jika didapat tiga atau empat sensor mendapat sinyal dari transmitter secara bersamaan). Kelima, robot tidak akan merepons jika robot pembawa transmitter berbelok secara mendadak (terlalu cepat).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2001. "AVR ATmega8535 User Guide Manual." Atmel Corp. United States
- _____. 2003. "ICCAVR 6.31a." Imagecraft Creations Inc. United States
- _____. "Robot." Diakses 7 Mei 2005 dari <http://whatis.techtarget.com/robot.htm>
- _____. "Ultrasonic Sound." Diakses 17 Juli 2005 dari <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/sound/usound.html>
- _____. "RoboWorld Mobility." Diakses 28 Agustus 2005 dari <http://mediatheek.thinkquest.nl/~11106/Knowledge/Technologies/Mobility/main.html>
- Cintya, Cecilya, Rudi Susanto, dan Alvin Sungkono. 2005. "Pengembangan Sistem Navigasi dengan Umpan Balik Pada Mobile robot." Jakarta; Universitas Bina Nusantara.
- Darissalam, Ashfahani M., Chairul Ade, dan Yusdi Kurniawan. 2004. "Alat Bantu Ultrasonik untuk Reorientasi Mobile robot." Jakarta; Universitas Bina Nusantara.

t disimpulkan bahwa
penguatan (146,68 dB)
ah sebesar 140° untuk
an yang terbaik adalah

dengan menggunakan
motor. Hal itu karena
tar lebih besar. Ketiga,
an dalam berbelok,
erlebih dahulu di 77° ,
ntuk sensor *ultrasonic*
lan *receiver*. Kelima,
an dan respons waktu
keadaan *error state*
ter secara bersamaan).
mitter berbelok secara